

HTTR を用いた高温ガス炉熱利用技術の実証計画

Demonstration Plan for HTGR Heat Application Technologies using the HTTR

*佐藤博之¹, 青木健¹, ヤンジングロン¹

¹原子力機構

高温ガス炉熱利用技術の実証に向けて HTTR に接続する熱利用システムの候補となる、直接ガスタービンサイクル発電システムや水素製造システム及び水素電力コジェネレーションシステムのプラント概要について報告する。

キーワード：高温ガス炉、HTTR、水素製造、ガスタービン発電、原子力水素製造

1. はじめに 高温ガス炉は固有の特性を活用することで、優れた安全性を有するのみならず、高温熱供給が可能であり、多様な産業利用が期待されている。原子力機構では、原子炉から 950°C の高温熱を取り出すことができる高温ガス炉 HTTR に、水素製造施設やガスタービン発電設備からなる熱利用システムを接続し、原子炉の熱を用いた水素製造やガスタービン発電の実証を目指している。以下に HTTR を用いた技術実証の候補となる熱利用システムのプラント概要を示す。

2. HTTR 直接ガスタービンサイクル発電システム HTTR の 1 次冷却設備にガスタービンを設置し、実用高温ガス炉 GTHTTR300^[1]が採用する軸流式ガスタービンの総合性能と直接ガスタービンサイクル発電システムの運転制御技術を実証する。当該システムの系統構成を図 1 に示す。原子炉の運転状態は定格運転並びに単独運転モードとし、実用高温ガス炉ガスタービンと空力特性^[2]が相似となるようガスタービン回転速度を 5 倍に上昇させるとともに、これに応じたタービンや圧縮機の設計仕様を決定した結果、発電効率約 27% で 8MWe 程度の電気出力を得られることが示された。今後、新規性基準への適合性や既設設備との取り合いを考慮した設計検討が必要である。

3. HTTR 水素製造システム HTTR の 2 次ヘリウム冷却設備にメタンの水蒸気改質法又は熱化学水分解 IS プロセス法による水素製造施設を設置し、水素製造施設との接続に係る高温ガス炉の安全基準を策定するとともにこれに適合する設計を確立する。これまでに HTTR 既設設備の改造度合い及び水素製造量の条件並びに水素製造法を変更した 3 ケースのシステム構成を構築している^{[3]-[5]}。

4. HTTR 水素電力コジェネレーションシステム HTTR の 2 次ヘリウム冷却設備及び 3 次ヘリウム冷却設備にそれぞれガスタービンと水素製造施設を設置し、水素製造施設との接続に係る高温ガス炉の安全基準を策定するとともに水素電力コジェネレーションシステムの運転制御技術を実証する。これまでに電気出力 1 MWe、水素製造量 30 Nm³/h 規模のプラントの系統や機器設計を完了している^[6]。

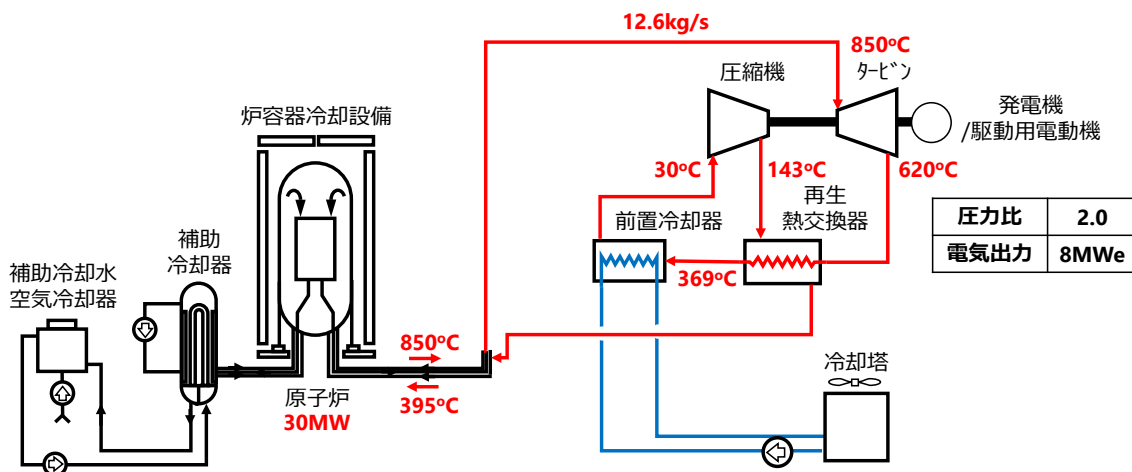


図 1 HTTR 直接ガスタービンサイクル発電システムの系統構成

参考文献

- [1] K. Kunitomi et al., Nucl. Eng. Des., 233, 309-327 (2004). [2] X. L. Yan, et al., J Turbomach, 130, 031018-1-12 (2008).
 [3] T. Nishihara, et al., Nucl. Technol., 153, 100-106 (2006). [4] N. Sakaba et al., Int. J. Hydrogen Energy, 4160-4169 (2007).
 [5] J. Iwatsuki et al., Proc HTR2018, HTR2018-2118 (2018). [6] X. L. Yan et al., Nucl Eng Des., 329, 223-233 (2018).

*Hiroyuki Sato¹, Takeshi Aoki¹, Xing L. Yan¹

¹Japan Atomic Energy Agency